

Державний вищий навчальний заклад
Донецький національний технічний університет
Кафедра прикладної математики і інформатики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

_____ Леонід Бачурін
“ ____ ” _____ 2023р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДВС 1.01 ТЕОРІЯ ГРАФІВ ТА КОМБІНАТОРИКА

Рівень освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: **121 Інженерія програмного забезпечення**

Освітня програма **«Інженерія програмного забезпечення»**
(назва освітньої програми)

Мова навчання: українська

Луцьк – 2023

Робоча програма з дисципліни **”Теорія графів та комбінаторика”** для здобувачів вищої освіти спеціальності **121 Інженерія програмного забезпечення** галузі знань **12 Інформаційні технології**
«30» серпня 2023 року. 9с.

Розробники:

Назарова І.А., доцент , к.т.н., доцент кафедри ПМІ



Робоча програма затверджена на засіданні кафедри **прикладної математики та інформатики**
 Протокол №8 від “ 31 ” серпня 2023р.

Завідувач кафедрою прикладної математики та інформатики

 (підпис)

(Маслова Н.О.)
 (прізвище та ініціали)

“ 31 ” серпня 2023р.

Схвалено науково-методичною комісією **галузі знань 12 Інформаційні технології**

Протокол №5 від “ 1 ” серпня 2023р.

Голова _____ (Башков Є.О.)
 (підпис) (прізвище та ініціали)

1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Вибіркова	
Обсяг в кредитах ЄКТС	5	
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	150	
лекції:	32	6
лабораторні заняття:	32	6
самостійна робота:	86	138
Форма підсумкового контролю	Диф. залік	
Дисципліну викладають	Викладачі 1 Назарова І.А. https://donntu.edu.ua/knt/pmi,iryna.nazarova@donntu.edu.ua 2 Скрипник Т.В. https://donntu.edu.ua/knt/pmi,tetiana.skrypnyk@donntu.edu.ua	

Передумови для вивчення дисципліни: успішному вивченню дисципліни «Теорія графів та комбінаторика» сприяє попереднє опанування такими дисциплінами, як «Дискретна математика», «Вища математика», «Основи алгоритмізації».

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Дисципліна «Теорія графів та комбінаторика» має своєю метою формування знань та вмінь студента в області теорії та засобів дискретної математики, що є фундаментальними для аналізу та розробки дискретних математичних моделей складних динамічних систем та процесів. Для її досягнення вивчаються основи комбінаторного аналізу, неорієнтованих та орієнтованих графів.

Компетентності:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ФК02. Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.

ФК08. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.

ФК14. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

Програмні результати навчання:

ПРН09. Знати та вміти використовувати методи та засоби збору, формулювання та аналізу вимог до програмного забезпечення.

ПРН12. Застосовувати на практиці ефективні підходи щодо проектування програмного забезпечення.

ПРН19. Знати та вміти застосовувати методи верифікації та валідації програмного забезпечення.

ПРН20. Знати підходи щодо оцінки та забезпечення якості програмного забезпечення.

3. Очікувані результати навчання

Основними результатами опанування дисципліни «Теорія графів та комбінаторика» є:

- оволодіння загальними положеннями комбінаторного аналізу, правилами додавання та добутку;
- оволодіння основними комбінаторними з'єднаннями: перестановки, розміщення та сполучення із повторенням елементів та без повторень;
- застосовування принципу включення та виключення, розв'язання задач про зустріч, безлад та фіксовані пари;
- оволодіння основними поняттями теорії неорієнтованих графів: повні, пусті та дводольні графи, ступені вершин графу, лема про рукостискання, підграфи, ізоморфізм та ізоморфна вкладеність;
- оволодіння поняттями незалежна множина, максимальна та найбільша, число незалежності графу, кліка, максимальна та найбільша кліки, щільність графу, домінуюча множина, мінімальна та найменша, число домінування графу;
- оволодіння поняттями маршрути та зв'язність у неорієнтованих та орграфах, метричні характеристики неорієнтованих графів, вершинна та реберна зв'язність, алгоритми пошуку найкоротших маршрутів;
- оволодіння поняттями про дерева та остови, алгоритми пошуку остову мінімальної ваги, Прима та Краскала;
- оволодіння поняттями про ейлереві та гамільтонові графи, критерій Ейлера, алгоритм Флері, достатні умови гамільтоновості графу, алгоритм Робертса-Флореса, дерево повного перебору, розв'язання задач китайського поштаря та комівояжера;
- оволодіння поняттями про вершинне та реберне розфарбування графів, хроматичне число та індекс, оцінки хроматичного числа графу, гіпотеза про 4 фарби, теорема про 5 фарб, алгоритми розфарбування;
- оволодіння поняттями про планарні та плоскі графи, алгоритм плоскої укладки та критерії планарності Вагнера та Понтрягина-Куратовського.

Внаслідок вивчення курсу студенти повинні вміти:

- застосовувати основні положення комбінаторного аналізу;
- розв'язувати задачі перерахунку для з'єднань (перестановок, сполучень та розміщень) с повторенням елементів та без повторень;
- застосовувати основні положення теорії неорграфів та оргграфів;
- визначати ізоморфізм та ізоморфну вкладеність для графів, ступені вершин графів, задавати графи у вигляді матриць суміжності та інцидентності;
- генерувати усі максимальні незалежні множини та кліки, а також мінімальні домінуючі множини для неорграфів, обчислювати числа незалежності та домінування, щільність графів;
- визначати зв'язність неорграфів та генерувати компоненти зв'язності, виявляти маршрути різних типів у неорграфах та обчислювати їх метричні характеристик, обчислювати числа вершинної та реберної зв'язності;

- знаходити найкоротші маршрути на основі алгоритмів Дейкстри, Форда та Флойда;
- для орграфів виявляти тип зв'язності: сильна, одностороння та слабка, генерувати конденсацію, базу та антибазу;
- генерувати абстрактні та помічені дерева, визначати остови найкоротших маршрутів за алгоритмами Прима та Краскала;
- визначати планарність графів із застосуванням критеріїв Вагнера та Понтрягина-Куратовського, обчислювати числові характеристики непланарних графів, будувати плоску укладку планарних графів;
- виявляти ейлереві та гамільтонові графи, генерувати ейлереві та гамільтонові маршрути у графах, розв'язувати задачі китайського поштаря та комівояжера;
- визначати хроматичне число та індекс графу, будувати оптимальні чи субоптимальні вершинне та реберне розфарбування.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути:

- диференційований залік;
- лабораторні роботи;
- результати виконання розрахункової роботи.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Максимальний бал, визначений схемою оцінювання, наведеною нижче, можливо отримати за умови своєчасного та правильного виконання завдань. За наявності помилок або при несвоечасному виконанні оцінка знижується до 60% від максимальної.

Лр.1	Лр.2	Лр.3	Лр.4	Лр.5	Лр.6	Лр.7	РР	Максимальний бал
10	10	5	10	10	5	10	40	100
6	6	3	6	6	3	6	24	60

Примітки: 1) Лр1, Лр2 і т. д. лабораторні роботи;

2) У чисельнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоечасному виконанні)

Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка		
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)	Для заліку
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

6. Програма навчальної дисципліни

6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1. Основні поняття комбінаторики. Правила додавання та додатку.

Тема 2. Основні комбінаторні з'єднання без повторення елементів: перестановки, сполучення та розміщення.

Тема 3. Основні комбінаторні з'єднання із повторенням елементів: перестановки, сполучення та розміщення.

Тема 4. Формула включення та виключення. Розв'язання задач про зустріч та безлад, перестановки без фіксованих пар. Рекурентні співвідношення.

Тема 5. Основи теорії неорієнтованих графів. Підграфи. Ізоморфізм та ізоморфна вкладеність. Повні, пусті та дводольні графи. Незалежні та домінуючі множини вершин. Кліки графу.

Тема 6. Маршрути та зв'язність. Метричні характеристики неорграфів. Вершинна та реберна зв'язність. Алгоритми Дейкстри, Форда та Флойда пошуку найкоротших маршрутів.

Тема 7. Дерева та остови. Теорема про визначення дерева. Остов найкоротших маршрутів. Алгоритми Прима та Краскала.

Тема 8. Ейлерові та гамільтонові графи. Критерій Ейлера. Алгоритм Флері. Дерева повного перебору. Алгоритм Робертса-Флореса. Задачі китайського поштаря та комівояжера.

Тема 9. Орієнтовані графи. Сильні, односторонні та слабкі оргграфи. Конденсація, база та антибаза оргграфів. Ядро графа.

Тема 10. Плоскі та планарні графи. Критерії планарності Вагнера та Понтрягіна-Куратовського. Числові характеристики непланарних графів

Тема 11. Розфарбування графів. Вершинне та реберне розфарбування. Хроматичне число та індекс. Верхні та нижні оцінки хроматичного числа графу. Алгоритми розфарбування. Задача про чотири та п'ять фарб.

6.2. Теми практичних (семінарських) занять

Не передбачено навчальним планом

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Темы 1-4. Розв'язання комбінаторних задач перерахунку.	4	1
2	Тема 5. Підграфи та ізоморфізм. Незалежні, домінуючі множини вершин, кліки.	4	1
3	Тема 6. Маршрути та зв'язність. Алгоритми пошуку найкоротших маршрутів	4	1
4	Тема 7. Дерева та остови. Алгоритми Прима та Краскала.	4	1
5	Тема 8. Ейлерові та гамільтонові графи. Задачі китайського поштаря та комівояжера.	4	1
6	Тема 9. Оргграфи. Зв'язність, конденсація, база та антибаза оргграфів.	4	1
7	Тема 10. Планарність графів.	4	-
8	Тема 11. Розфарбування графів.	4	-
	Разом	32	6

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Тема 1-4. Принцип включення-виключення. Розв'язання комбінаторних задач перерахунку з застосуванням формули включення-виключення	6	18
2	Тема 1-4. Розв'язання задач про безлад та зустріч. Розв'язання задач про перестановки без фіксованих пар.	10	20
3	Тема 5. Основи теорії неорієнтованих графів. Ізоморфізм та ізоморфна вкладеність. НМВ, кліки, ДМВ.	10	20
6	Тема 6. Маршрути та зв'язність. Метричні характеристики неорграфів. Вершинна та реберна зв'язність. Алгоритми Дейкстри, Форда та Флойда.	10	20
7	Тема 7. Дерева та остови. Остов найкоротших маршрутів. Алгоритми Прима та Краскала. Алгоритми генерації абстрактних дерев	10	10
8	Тема 8. Ейлереві та гамільтонові графи. Алгоритм Флері. Дерева повного перебору. Алгоритм Робертса-Флореса. Алгоритми пошуку розв'язання задач китайського поштаря та комівояжера.	10	20
9	Тема 9. Орієнтовані графи. Алгоритми пошуку сильних компонент орграфу, побудови конденсації, визначення бази та антибази.	10	10
10	Тема 10. Планарність графів.	10	10
11	Тема 11. Розфарбування графів.	10	10
	Разом	86	138

6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Метою виконання розрахункової роботи за темою «Розв'язання завдань перерахунку комбінаторного аналізу» є засвоєння теоретичних знань та отримання практичних навичок у розв'язанні комбінаторних задач за темами «З'єднання з повтореннями та без повторень елементів», «Принцип включення та виключення» на базі індивідуальних варіантів.

Індивідуальні варіанти для виконання ІЗ вибираються за списком студентів з переліку, що викладений у відповідних методичних вказівках (4, п. 7.3).

7. Література

7.1 Основна

1. Карнаух Т.О. Комбінаторика. Навчальний посібник. К.: Київський національний університет, 2014. 141 с.
2. Нікольський Ю. В., Пасічник В. В., Щербина Ю. М. Дискретна математика: Підручник. Львів: Магнолія, 2016. 432 с.
3. Михайленко В.М., Федоренко Н.Д., Демченко В.В. Дискретна математика: Підручник. Київ: Вид-во Європ. ун-ту, 2003. 318с.
4. Susanna S. Epp. Discrete Mathematics with Application Metric. Edition: Brooks, 2019. 984p.

5. Levin O. Discrete mathematics. An open introduction. 12th Media Services, 2016. 246p.
6. Kenneth H. Rosen Discrete Mathematics and Its Applications 2019 by McGraw-Hill Science, 928 p.

7.2 Допоміжна

1. Бондаренко М.Ф., Білоус Н.В., Руткас А.Г. Комп'ютерна дискретна математика. Харків, 2004. 476с.
2. Назарова І.А. Дискретний аналіз: навчально-методичний посібник / І.А. Назарова. Донецьк: ДВНЗ "ДонНТУ", 2012. 277с. <http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/27328>
3. Теорія графів. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерний моніторинг та геометричне моделювання процесів і систем» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»/ І.М. Кузьменко; КПП ім. Ігоря Сікорського. 2020. 71 с.

7.3 Методична

1. Методичні вказівки до самостійної роботи за курсом "Дискретна математика" [Електронний ресурс]: для студентів, що навчаються за спеціальностями 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки, 123 Комп'ютерна інженерія, 125 Кібербезпека денної форми навчання / укладач І.А. Назарова, О.А. Тихонова. Покровськ, 2019. 105 с. <http://89.185.3.253:9080/download.php?rec=22346>
2. Методичні вказівки до самостійної роботи за курсом "Дискретний аналіз" для студентів, що навчаються за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення денної форми навчання [Електронний ресурс] / укладач І.А. Назарова. Покровськ, 2019. 55с. <http://89.185.3.253:9080/download.php?rec=22346>
3. Методичні вказівки до самостійної роботи та виконання індивідуального завдання за курсом "Дискретний аналіз" [Електронний ресурс]: для студ. спец. 121 Інженерія програмного забезпечення денної форми навчання / укладач І.А. Назарова; відповідаль. за випуск О.А. Дмитрієва. Покровськ, 2017. 52с. <http://89.185.3.253:9080/download.php?rec=22081>
4. Методичні вказівки та завдання до лабораторних робіт з курсу "Дискретна математика. Частина 2" [Електронний ресурс]: для студ., які навчаються за спец. 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології, 123 Комп'ютерна інженерія, 125 Кібербезпека денної форми навчання / уклад. І.А. Назарова, О.А. Тихонова; відповідаль. за вип. О.А. Дмитрієва. Покровськ, 2017. 80 с. <http://89.185.3.253:9080/download.php?rec=22052>
5. Методичні вказівки й завдання до лабораторних робіт з курсу Дискретна математика [Електронний ресурс]: для студ., що навчаються за спеціальностями 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології, 123 Комп'ютерна інженерія, 125 Кібербезпека денної форми навчання / уклад. Н.І. Назарова ; відповідаль. за вип. О.А. Дмитрієва. Покровськ, 2016. 38с. <http://89.185.3.253:9080/download.php?rec=21983>
<http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/32416>
6. Методичні вказівки до лабораторних робіт за курсом "Дискретний аналіз" для студентів, що навчаються за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення денної форми навчання / Укл.: І.А. Назарова. Покровськ: ДонНТУ, 2020. 67с.

8. Інформаційні ресурси

1. Редактор графів URL: https://csacademy.com/app/graph_editor/
2. Graphviz. Graph Visualization Software. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Graphviz>